



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

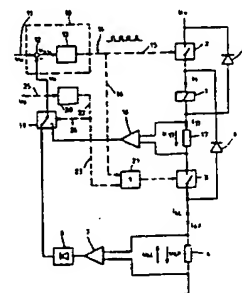
INTERNATIONALE ZUSAMMENFASSUNG		DE 98 00 600	
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01H 47/32	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:	WO 98/39787
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	11. September 1998 (11.09.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00600		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. Februar 1998 (27.02.98)			
(30) Prioritätsdaten: 197 08 833.3 5. März 1997 (05.03.97) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- NESMANN REXROTH AG [DE/DE]; Jahnstrasse 3-5, D-97816 Lohr (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KISON, Thomas [DE/DE]; Diebsbrunnenstrasse 1, D-97816 Lohr (DE). MEISSEL- BACH, Alexander [DE/DE]; Rhönweg 3, D-97794 Rieneck (DE).			
(74) Gemeinsamer Vertreter: MANNESMANN REXROTH AG; Jahnstrasse 3-5, D-97816 Lohr (DE).			

(54) Title: CURRENT-CONTROLLED OUTPUT STAGE FOR ELECTROMAGNETIC ACTUATORS

(54) Bezeichnung: STROMGEREGELTE ENDSTUFE FÜR ELEKTROMAGNETISCHE STELLANTRIEBE

(57) Abstract

The invention concerns a current-controlled output stage for electromagnetic actuators with a current controller and a power section, said output stage controlling an electric current fed to an inductive load, for example a magnet coil, according to a predetermined desired value. The inductive load (1) is disposed between two electronic switches (2, 3) which are controlled jointly by the current controller (10) at a clocked voltage. The current controller varies the pulse duty factor of the clocked voltage such that the current (i1) flowing via the inductive load equals the predetermined desired value (Uw). Two free-wheeling diodes (5, 6) allow current to flow via the inductive load even during the extinction phase. The current flowing via the inductive load flows via a measuring shunt (4) which is connected on one side to earth. The amount of the voltage dropping at the measuring shunt is used as a controlled variable for the current flowing via the inductive load. Output stages of this type are provided for low-resistance inductive loads. In order to be able to use the same current-controlled output stage for high-resistance inductive loads too, a second measuring shunt (17) is disposed between the earth-side switch (3) and the inductive load (1). When high-resistance inductive loads are operating, the earth-side switch (3) is constantly switched in the conductive state and the voltage (U17) dropping at the second measuring shunt is fed to the actual value input of the current controller (10) as a measure of the current flowing via the inductive load (1). The current-controlled output stage is provided for electromagnetic actuators, in particular for proportional magnets used for controlling valves.



(57) Zusammenfassung

Eine stromgeregelte Endstufe für elektromagnetische Stellantriebe mit einem Stromregler und mit einem Leistungsteil regelt einen einer induktiven Last, z.B. einer Magnetspule, zugeführten elektrischen Strom entsprechend einem vorgegebenen Sollwert. Die induktive Last (1) ist zwischen zwei elektronischen Schaltern (2, 3) angeordnet, die von dem Stromregler (10) mit einer getakteten Spannung gemeinsam angesteuert sind. Der Stromregler verändert das Tastverhältnis der getakteten Spannung derart, daß der über die induktive Last fließende Strom (i1) gleich dem vorgegebenen Sollwert (Uw) ist. Zwei Freilaufdioden (5, 6) erlauben auch in der Lösphase einen Stromfluß über die induktive Last. Der über die induktive Last fließende Strom fließt über einen einseitig mit Masse verbundenen Meßwiderstand (4). Der Betrag der an dem Meßwiderstand abfallenden Spannung dient als Regelgröße für den über die induktive Last fließenden Strom. Derartige Endstufen sind für niederohmige induktive Lasten vorgesehen. Um dieselbe stromgeregelte Endstufe auch für hochohmige induktive Lasten verwenden zu können, ist zwischen dem masseseitigen Schalter (3) und der induktiven Last (1) ein zweiter Meßwiderstand (17) angeordnet. Beim Betrieb von hochohmigen induktiven Lasten ist der masseseitige Schalter (3) ständig in den leitenden Zustand geschaltet und die an dem zweiten Meßwiderstand abfallende Spannung (U17) ist dem Istwerteingang des Stromreglers (10) als Maß für den über die induktive Last (1) fließenden Strom zugeführt. Die stromgeregelte Endstufe ist für elektromagnetische Stellantriebe, insbesondere für als Ventiltrieb verwendete Proportionalmagnete, vorgesehen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Stromgeregelte Endstufe für elektromagnetische Stellantriebe

Die Erfindung betrifft eine stromgeregelte Endstufe für elektromagnetische Stellantriebe, insbesondere für als
5 Ventilantriebe verwendete Proportionalmagnete, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige stromgeregelte Endstufe ist aus der EP 0 443 032 B1 bekannt. Der Leistungsteil der bekannten stromgeregelten Endstufe enthält zwei Transistoren, zwischen
10 denen eine induktive Last angeordnet ist. Der eine Transistor verbindet im leitenden Zustand den einen Anschluß der induktiven Last mit einer Versorgungsspannung. Der andere Transistor verbindet im leitenden Zustand den anderen Anschluß der induktiven Last über einen Meßwiderstand mit Masse. Die an
15 dem Meßwiderstand abfallende Spannung ist auf Massepotential bezogen. Die Transistoren werden gemeinsam von einer getakteten Spannung angesteuert. Eine erste Freilaufdiode ist parallel zu der aus dem mit der Versorgungsspannung verbundenen Transistor und der induktiven Last gebildeten
20 Reihenschaltung angeordnet. Eine zweite Freilaufdiode ist parallel zu der aus dem masseseitigen Transistor und der induktiven Last gebildeten Reihenschaltung angeordnet. Die Flußrichtung der Freilaufdioden ist so gewählt, daß bei gesperrten Transistoren der Strom über die Magnetspule
25 weiterfließt. Der Betrag des von dem über den Meßwiderstand fließenden Strom an dem Meßwiderstand verursachten Spannungsabfalls ist als Regelgröße für den über die induktive Last fließenden Strom dem Istwerteingang eines Stromreglers
zugeführt, der entsprechend der Abweichung der Regelgröße von
30 einem Sollwert das Tastverhältnis der dem Leistungsteil der stromgeregelten Endstufe zugeführten getakteten Spannung für die Ansteuerung der Transistoren verändert. Als Tastverhältnis

ist das Verhältnis zwischen der Dauer der Flußphase und der Summe aus der Dauer der Flußphase und der Dauer der Löschphase des über die induktive Last fließenden Stromes bezeichnet. Die Auslenkung des Stellantriebes ist sowohl durch den Strom
5 bestimmt, der in der Flußphase über die induktive Last fließt, als auch durch den Strom, der in der Löschphase über die induktive Last fließt. Eine derartige Endstufe, bei der die induktive Last zwischen zwei gemeinsam betätigten elektronischen Schaltern angeordnet ist, verbessert bei
10 niederohmigen induktiven Lasten, wie niederohmigen Magnetspulen von in Ventilantrieben verwendeten Proportionalmagneten, die Dynamik. Bei hochohmigen induktiven Lasten, wie hochohmigen Magnetspulen von in Ventilantrieben verwendeten Proportionalmagneten, besteht dagegen die Gefahr, daß
15 unerwünschte Schwingungen des Stellantriebs verursacht werden. Bei hochohmigen induktiven Lasten ist es daher besser, eine stromgeregelte Endstufe zu verwenden, in der nur ein elektronischer Schalter die induktive Last mit der Versorgungsspannung beaufschlagt.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine stromgeregelte Endstufe der eingangs genannten Art zu schaffen, die es erlaubt, dieselbe stromgeregelte Endstufe sowohl für niederohmige induktive Lasten als auch für hochohmige induktive Lasten zu verwenden, ohne daß sich beim Betrieb von
25 niederohmigen induktiven Lasten die Dynamik verschlechtert und ohne daß beim Betrieb von hochohmigen induktiven Lasten die Gefahr des Auftretens von unerwünschten Schwingungen besteht.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst. Für den Betrieb von hochohmigen induktiven
30 Lasten braucht nur der masseseitige elektronische Schalter ständig in den leitenden Zustand geschaltet zu werden und dem Istwerteingang des Stromreglers anstelle des Betrages der an dem ersten Meßwiderstand abfallenden Spannung die an dem zweiten Meßwiderstand abfallende Spannung zugeführt zu

werden. Die an dem zweiten Meßwiderstand abfallende Spannung berücksichtigt sowohl den in der Flußphase als auch den in der Löschphase über die induktive Last fließenden Strom. Da der masseseitige elektronische Schalter ständig geschlossen ist, ist der Fußpunkt des zweiten Meßwiderstandes unabhängig von dem Schaltzustand des anderen Schalters über den geschlossenen ersten elektronischen Schalter und den ersten Meßwiderstand ständig mit Masse verbunden. Um die erfindungsgemäße Endstufe von einem Betrieb von niederohmigen induktiven Lasten auf einen Betrieb von hochohmigen induktiven Lasten umzuschalten, sind keine zusätzlichen Schalter im Leistungsteil der Endstufe erforderlich. Durch die Erfindung verringert sich die Lagerhaltung, da keine unterschiedlichen Endstufen für niederohmige und hochohmige induktiven Lasten erforderlich sind.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Beide Meßwiderstände sind vorteilhafterweise gleich groß gewählt. Diese Maßnahme führt zu gleich großen Spannungsabfällen an den Meßwiderständen und vereinfacht auch die Lagerhaltung. Die Steuereinrichtung mit nachgeschalteter Schalteinrichtung führt dem Istwerteingang des Stromreglers entweder den Betrag der an dem ersten Meßwiderstand abfallende Spannung oder die an dem zweiten Meßwiderstand abfallende Spannung zu. Für die Umschaltung sind Steuersignale geringer Leistung ausreichend.

Die Erfindung wird im folgenden mit ihren weiteren Einzelheiten anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 das Prinzipschaltbild einer bekannten stromgeregelten Endstufe, von der die Erfindung als Stand der Technik ausgeht, und

Figur 2 das Prinzipschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer stromgeregelten Endstufe gemäß der Erfindung.

Gleiche Bauteile sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Figur 1 zeigt das Prinzipschaltbild der eingangs beschriebenen stromgeregelten Endstufe für elektromagnetische Stellantriebe, von der die Erfindung als Stand der Technik ausgeht. Mit dem Bezugszeichen 1 ist eine induktive Last, nämlich die Magnetspule eines als Ventilantrieb verwendeten Proportionalmagneten, bezeichnet. Die Magnetspule 1 ist zwischen zwei elektronischen Schaltern 2 und 3 angeordnet. Der Schalter 2 verbindet im leitenden Zustand den einen Anschluß der Magnetspule 1 mit einer auf Masse bezogenen Versorgungsspannung U_V . Der Schalter 3 verbindet im leitenden Zustand den anderen Anschluß der Magnetspule 1 über einen Meßwiderstand 4 mit Masse. Eine erste Freilaufdiode 5 ist parallel zu der aus der Magnetspule 1 und dem Schalter 2 gebildeten Reihenschaltung geschaltet. Eine zweite Freilaufdiode 6 ist parallel zu der aus dem Schalter 3 und der Magnetspule 1 gebildeten Reihenschaltung angeordnet. Der über die Magnetspule 1 fließende Strom ist mit i_1 bezeichnet. Er fließt sowohl in der Flußphase als auch in der Löschphase über den Meßwiderstand 4. Der in der Flußphase über die Meßwiderstand 4 fließende Strom ist mit i_{4F} bezeichnet. Die in der Flußphase an dem Meßwiderstand 4 abfallende Spannung ist mit u_{4F} bezeichnet. Der in der Löschphase über den Meßwiderstand 4 fließende Strom ist mit i_{4L} bezeichnet. Er fließt in entgegengesetzter Richtung zu dem in der Flußphase fließenden Strom i_{4F} . Entsprechend ist auch die während der Löschphase an dem Meßwiderstand 4 abfallende Spannung u_{4L} entgegengesetzt zu der in der Flußphase an dem Meßwiderstand 4 abfallenden Spannung u_{4F} gerichtet. Die an dem Meßwiderstand 4 abfallende Spannung ist einem Verstärker 7 zugeführt, der eine Pegelanpassung durchführt. Eine Gleichrichteranordnung 8 bildet den Betrag der Ausgangsspannung des Verstärkers 7. Durch die Gleichrichtung der Ausgangsspannung des Verstärkers 7 wird die Vorzeichenumkehr des in der

Löschphase über den Meßwiderstand 4 fließenden Stromes i_{4L} berücksichtigt. Die Ausgangsspannung der Gleichrichter-anordnung 8 ist über eine Leitung 9 dem Istwerteingang eines Stromreglers 10 zugeführt. Da diese Spannung die Regelgröße der stromgeregelten Endstufe ist, ist sie mit u_x bezeichnet. Dem Sollwerteingang des Stromreglers 10 ist über eine Leitung 11 eine mit u_w bezeichnete Spannung zugeführt. Die Spannung u_w dient als Sollwert für die stromgeregelten Endstufe. Der Stromregler 10 weist einen Vergleicher 12 auf, der aus den Spannungen u_w und u_x die mit u_{xw} bezeichnete Regelabweichung bildet, und einen Regelverstärker 13, der die Regelabweichung entsprechend dem Zeitverhalten des Regelverstärkers 13 in eine analoge Stellgröße umwandelt und daran anschließend das analoge Signal in ein Rechtecksignal umformt, dessen Tastverhältnis der analogen Stellgröße entspricht. Das rechteckförmige Ausgangssignal des Regelverstärkers 13 ist als Ausgangssignal des Stromreglers 10 über Leitungen 14 und 15 dem Steuereingang des elektronischen Schalters 2 und gleichzeitig über Leitungen 14 und 16 dem Steuereingang des elektronischen Schalters 3 zugeführt. Das den Steuereingängen der elektronischen Schalter 2 und 3 zugeführte Rechtecksignal betätigt die elektronischen Schalter 2 und 3 gemeinsam. Die elektronischen Schalter 2 und 3 sind entweder beide geschlossen oder beide geöffnet. In der Flußphase, wenn die beiden elektronischen Schalter 2 und 3 geschlossen sind, fließt von der Versorgungsspannung U_v über die Magnetspule 1 und den Meßwiderstand 4 Strom nach Masse. In der Löschphase, wenn die elektronischen Schalter 2 und 3 geöffnet sind, fließt der über die Magnetspule 1 fließende Strom i_1 weiter und zwar über die Freilaufdiode 5, die Versorgungsspannung U_v , den Meßwiderstand 4 und die Freilaufdiode 6 zurück zu der Magnetspule 1.

Die Figur 2 zeigt eine stromgeregelte Endstufe gemäß der Erfindung. Diese stromgeregelte Endstufe geht von der in der

Figur 1 dargestellten Endstufe aus. Gemäß der Erfindung ist zwischen der Magnetspule 1 und dem elektronischen Schalter 3 ein weiterer Meßwiderstand 17 angeordnet. Der Meßwiderstand 17 ist gleich groß wie der Meßwiderstand 4 gewählt. Der über den Meßwiderstand 17 fließende Strom ist mit i_{17} bezeichnet, die an dem Meßwiderstand 17 abfallende Spannung ist mit u_{17} bezeichnet. Die Freilaufdiode 5 ist - wie in der Figur 1 - parallel zu der Reihenschaltung aus der Magnetspule 1 und dem elektronischen Schalter 2 angeordnet. Die Freilaufdiode 6 ist parallel zu der Reihenschaltung aus dem elektronischen Schalter 3, dem Meßwiderstand 17 und der Magnetspule 1 angeordnet. Die an dem Meßwiderstand 17 abfallende Spannung u_{17} ist einem Verstärker 18 zugeführt, der eine Pegelanpassung vornimmt. Eine Schalteinrichtung 19, führt dem Istwerteingang des Stromreglers 10 entweder die Ausgangsspannung der Gleichrichteranordnung 8 oder die Ausgangsspannung des Verstärkers 18 als Spannung u_x zu. Der Schalteinrichtung 19 ist eine Steuereinrichtung 20 vorgeschaltet. Die Leitung 16 ist mit einem ersten Eingang eines ODER-Gliedes 21 verbunden. Der Ausgang der Steuereinrichtung 20 ist über Leitungen 22 und 23 mit einem zweiten Eingang des ODER-Gliedes 21 verbunden. Der Ausgang des ODER-Gliedes 21 ist mit dem Steuereingang des elektronischen Schalters 3 verbunden. Der Ausgang der Steuereinrichtung 20 ist über die Leitung 22 und eine Leitung 24 mit dem Steuereingang der Schalteinrichtung 19 verbunden. Das Ausgangssignal der Steuereinrichtung 20 nimmt in Abhängigkeit von einem Steuersignal u_s , das der Steuereinrichtung 20 über eine Leitung 25 zugeführt ist, zwei verschiedene Werte an, z. B. den unteren und den oberen Spannungswert der getakteten Ausgangsspannung des Stromreglers 10.

Liegt keine Spannung am Ausgang der Steuereinrichtung 20 an, befindet sich die Schalteinrichtung 19 in ihrer Ruhestellung. In dieser Stellung verbindet sie die Gleichrichteranordnung 8 mit dem Istwerteingang des Stromreglers 10. Da dem

ODER-Glied 21 über die Leitung 23 keine Spannung zugeführt ist, ist ihm nur die getaktete Ausgangsspannung des Stromreglers 10 über die Leitung 16 zugeführt. Die stromgeregelterte Endstufe verhält sich daher wie die anhand der

5 Figur 1 beschriebene stromgeregelterte Endstufe, bei der die beiden elektronischen Schalter 2 und 3 gemeinsam geöffnet und geschlossen werden und dem Istwerteingang des Stromreglers 10 der Betrag der an dem Meßwiderstand 4 abfallenden Spannung zugeführt ist.

10 Liegt dagegen am Ausgang der Steuereinrichtung 20 Spannung an, nimmt die Schalteinrichtung 19 die Arbeitsstellung ein und verbindet den Ausgang des Verstärkers 18 mit dem Istwert-

15 eingang des Stromreglers 10. Dem ODER-Glied 21 ist über die Leitungen 14 und 16 die getaktete Ausgangsspannung des Strom-

reglers 10 und über die Leitungen 22 und 23 die am Ausgang der Steuereinrichtung 20 anliegende Spannung zugeführt. Dem

20 Steuereingang des elektronischen Schalters 3 ist somit unabhängig von dem Tastverhältnis der Ausgangsspannung des Stromreglers 10 ständig ein Steuersignal zugeführt. Der

elektronische Schalter 3 ist daher so lange geschlossen, wie am Ausgang der Steuereinrichtung 20 Spannung anliegt. Die

25 getaktete Ausgangsspannung des Stromreglers 10 öffnet und schließt jetzt nur noch den elektronischen Schalter 2. In der Flußphase, wenn auch der elektronische Schalter 2 geschlossen

ist, fließt von der Versorgungsspannung U_V Strom über die

Magnetspule 1 und über die Meßwiderstände 17 und 4 nach Masse. Der über den Meßwiderstand 17 fließende Strom i_{17} ist gleich

30 dem über die Magnetspule 1 fließenden Strom i_1 . In der Löschphase ist nur der elektronische Schalter 2 geöffnet. Der

über die Magnetspule 1 fließende Strom i_1 teilt sich in zwei Teilströme auf, von denen der größere über den Meßwiderstand

17, den geschlossenen elektronischen Schalter 3 und die Freilaufdiode 6 zurück zu der Magnetspule 1 fließt. Ein vernachlässigbar kleiner Teilstrom fließt von der Magnetspule 1 über

die Freilaufdiode 5, die Versorgungsspannung U_V , den Meßwiderstand 4 und die Freilaufdiode 6. Die an dem Meßwiderstand 17 abfallende Spannung u_{17} ist daher sowohl während der Flußphase als auch während der Löschphase ein Maß für den über die
5 Magnetspule 1 fließenden Strom i_1 . Da der über den Meßwiderstand 17 fließende Strom i_{17} in der Flußphase und in der Löschphase in derselben Richtung fließt, ist keine Gleichrichtung der an dem Meßwiderstand 17 abfallenden Spannung u_{17} erforderlich.

10 Im Zusammenhang mit dem ohmschen Widerstand von Magnetspulen sind vorstehend die Begriffe „niederohmig“ und „hochohmig“ verwendet worden. Bei einer „niederohmigen“ Magnetspule handelt es sich um Widerstandswerte in der Größenordnung von 2 Ohm, bei einer „hochohmigen“ Magnetspule handelt es sich um
15 Widerstandswerte in dem Bereich zwischen 5 Ohm und 19 Ohm. Der ohmsche Widerstand der Meßwiderstände 4 und 17 liegt bei 0,1 Ohm, ist also mindestens 20 Mal kleiner als der ohmsche Widerstand einer Magnetspule.

Die Umschaltung der in der Figur 2 dargestellten stromgeregelten Endstufe zwischen einem optimalen Betrieb für
20 niederohmige Magnetspulen und einem optimalen Betrieb für hochohmige Magnetspulen erfolgt nicht durch zusätzliche Schalter im Leistungsteil der stromgeregelten Endstufe. Für die Umschaltung genügen Steuersignale wie das der Steuerung
25 schaltung 20 zugeführte Steuersignal u_s . Die der Verarbeitung von Signalen dienenden Baugruppen, wie z. B. der Stromregler 10, die Steuereinrichtung 20, die Schalteinrichtung 19, können auch durch entsprechend programmierte Recheneinrichtungen realisiert werden, wobei analoge Signale in an sich bekannter
30 Weise durch Analog/Digital-Wandler in digitale Signale umzuwandeln sind.

Patentansprüche

1. Stromgeregelter Endstufe für elektromagnetische Stellantriebe, insbesondere für als Ventilantriebe verwendete Proportionalmagnete, die den als Regelgröße dienenden Istwert eines eine Magnetspule des Stellantriebes durchfließenden Stromes ermittelt und unter Berücksichtigung eines vorgegebenen Sollwertes die Magnetspule mit einer getakteten Spannung beaufschlagt, deren Tastverhältnis ein Maß für die Auslenkung des Stellantriebes ist,

- mit einem Stromregler, der entsprechend der Abweichung der Regelgröße von dem Sollwert das Tastverhältnis der getakteten Spannung verändert,

- mit einem Leistungsteil mit zwei entsprechend dem Tastverhältnis der Ausgangsspannung des Stromreglers gesteuerten elektronischen Schaltern, zwischen denen die Magnetspule angeordnet ist, von denen der eine Schalter im leitenden Zustand einen Anschluß der Magnetspule mit einer Versorgungsspannung verbindet und der andere Schalter im leitenden Zustand den anderen Anschluß der Magnetspule über einen Meßwiderstand mit Masse verbindet, sowie mit zwei Dioden für den bei geöffneten Schaltern über die Magnetspule fließenden induzierten Strom,

dadurch gekennzeichnet,

- daß zwischen dem masseseitigen Schalter (3) und der Magnetspule (1) ein zweiter Meßwiderstand (17) angeordnet ist.

- daß die erste Diode (6) parallel zu der aus dem masse-
seitigen Schalter (3), dem zweiten Meßwiderstand (17) und
der Magnetspule (1) gebildeten Reihenschaltung geschaltet
ist,

- daß die zweite Diode (5) parallel zu der aus dem mit der Versorgungsspannung (U_V) verbundenen Schalter (2) und der Magnetspule (1) gebildeten Reihenschaltung angeordnet ist,
- daß bei gemeinsamer Betätigung der beiden Schalter (2, 3) der Betrag der an dem Meßwiderstand (4) abfallenden Spannung (u_{4F} , u_{4L}) dem Istwerteingang des Stromreglers (10) als Maß für den über die Magnetspule (1) fließenden Strom (i_1) zugeführt ist und
- daß bei ständig in den leitenden Zustand geschaltetem masseseitigen Schalter (3) die an dem zweiten Meßwiderstand (17) abfallende Spannung (u_{17}) dem Istwerteingang des Stromreglers (10) als Maß für den über die Magnetspule (1) fließenden Strom (i_1) zugeführt ist.

2. Stromgeregelter Endstufe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwiderstände (4, 17) gleich groß sind.

3. Stromgeregelter Endstufe nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung (20) mit einer nachgeschalteten Schalteinrichtung (19) vorgesehen ist, die dem Istwerteingang des Stromreglers (10) entweder den Betrag der an dem ersten Meßwiderstand (4) abfallenden Spannung (u_{4F} , u_{4L}) oder die an dem zweiten Meßwiderstand (17) abfallende Spannung (u_{17}) zuführt.

4. Stromgeregelter Endstufe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließen und Öffnen der Schalter (2, 3) gemeinsam entsprechend dem Tastverhältnis erfolgt und daß die Schalteinrichtung (19) dem Istwerteingang des Stromreglers (10) den Betrag der an dem ersten Meßwiderstand (4) abfallenden Spannung (u_{4F} , u_{4L}) zuführt.

5. Stromgeregelter Endstufe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (20) den masseseitigen Schalter (3) ständig in den leitenden Zustand schaltet, so daß nur das Schließen und Öffnen des mit der Versorgungsspannung (U_V) verbundenen Schalters (2) entsprechend dem Tastverhältnis erfolgt, und daß die Schalteinrichtung (19) dem Istwerteingang des Stromreglers (10) die an dem zweiten Meßwiderstand (17) abfallende Spannung (u_{17}) zuführt.

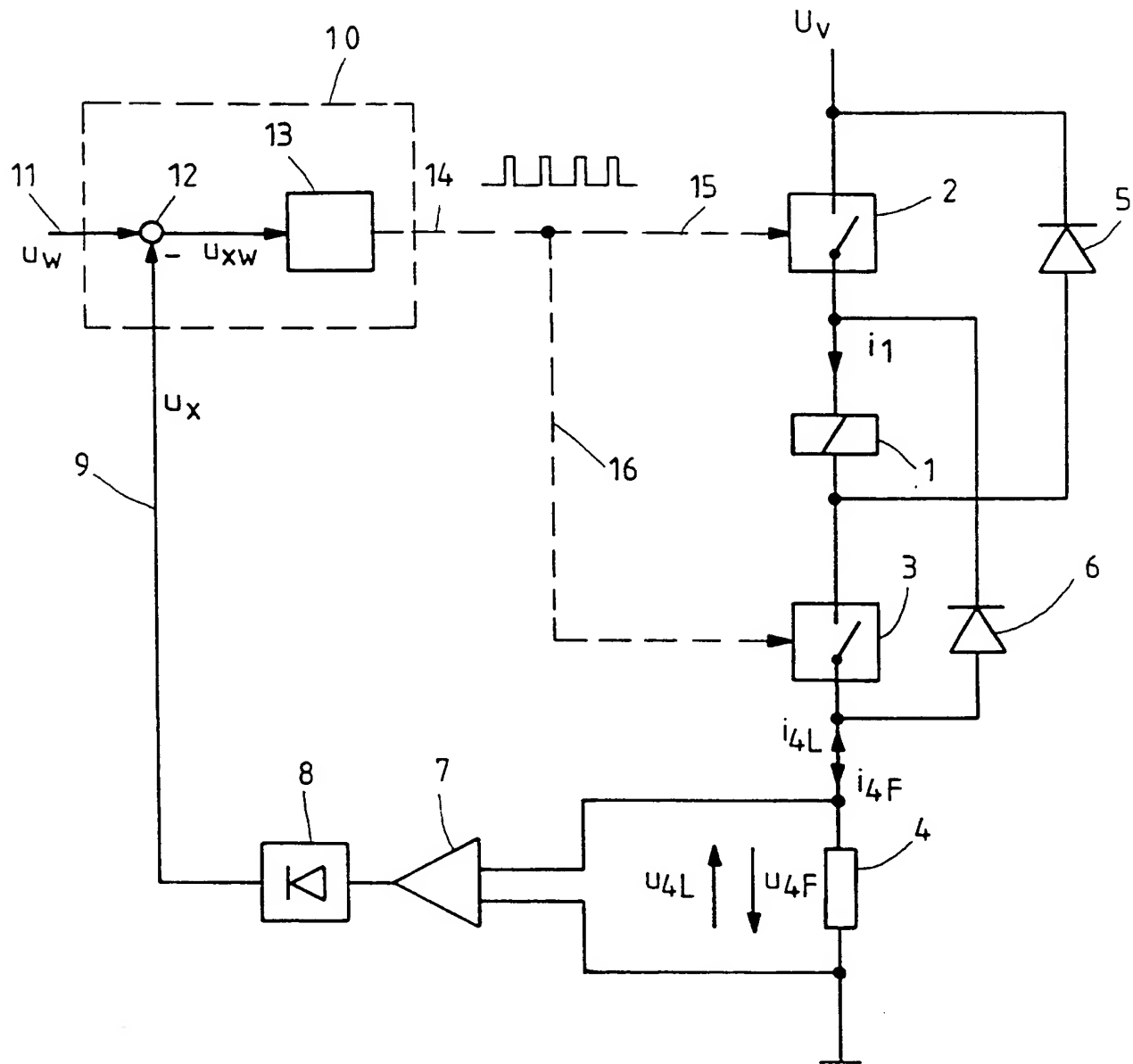


FIG.1

Stand der Technik

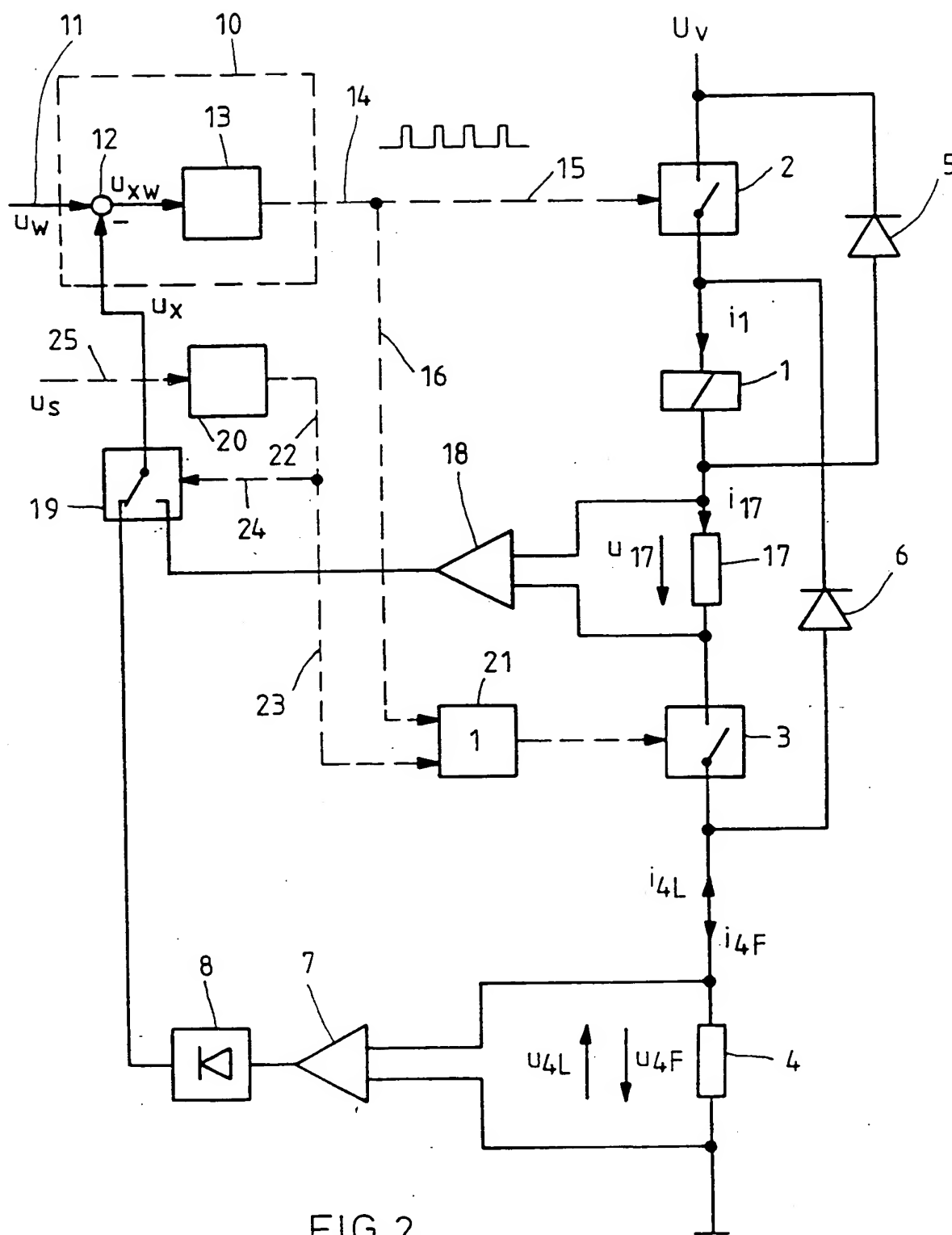


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/00600

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01H47/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01H H02M H01F F02D H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 443 032 A (SEKOH GIKEN KK) 28 August 1991 cited in the application see abstract; figure 1 ---	1
A	EP 0 150 492 A (BOSCH GMBH ROBERT) 7 August 1985 see abstract; figure ---	1
A	DE 41 40 586 A (CLARK EQUIPMENT CO N D GES D S) 13 January 1994 see column 2, line 61 - column 3, line 44; figures 1,3 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"8" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 July 1998

Date of mailing of the international search report

20/07/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gentili, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/DE 98/00600

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0443032	A	28-08-1991	JP 3098461 A	24-04-1991
			DE 69024630 D	15-02-1996
			DE 69024630 T	15-05-1996
			WO 9103870 A	21-03-1991
			US 5144215 A	01-09-1992
<hr/>				
EP 0150492	A	07-08-1985	DE 3402759 A	01-08-1985
			DE 3470078 A	28-04-1988
<hr/>				
DE 4140586	A	13-01-1994	JP 6011529 A	21-01-1994
			US 5442515 A	15-08-1995
<hr/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. onales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00600

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01H47/32

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H01H H02M H01F F02D H03K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 443 032 A (SEKOH GIKEN KK) 28.August 1991 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1
A	EP 0 150 492 A (BOSCH GMBH ROBERT) 7.August 1985 siehe Zusammenfassung; Abbildung ---	1
A	DE 41 40 586 A (CLARK EQUIPMENT CO N D GES D S) 13.Januar 1994 siehe Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 44; Abbildungen 1,3 -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Juli 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/07/1998

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Gentili. L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00600

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0443032 A	28-08-1991	JP 3098461 A	24-04-1991
		DE 69024630 D	15-02-1996
		DE 69024630 T	15-05-1996
		WO 9103870 A	21-03-1991
		US 5144215 A	01-09-1992
EP 0150492 A	07-08-1985	DE 3402759 A	01-08-1985
		DE 3470078 A	28-04-1988
DE 4140586 A	13-01-1994	JP 6011529 A	21-01-1994
		US 5442515 A	15-08-1995

THIS PAGE BLANK (USPTO)